社会実装ロボット教育の取り組みプロセスの分析

Process Analysis of Social Implementation Approach Based on Robot Education

多羅尾 進^{※1}
Susumu TARAO

浅野 敬一^{※1}
Keiichi ASANO

佐藤 知正^{※1, 2}
Tomomasa SATO

A promising procedure for process analysis of "Social Implementation Approach Based on Robot Education" is proposed. The aim of this education program is to give students a situation in which the students must communicate with trial users, because the realization of service robots needs to be achieved by producers and users mutually communicating their intents and perceptions. This program also provides very good opportunities for students to apply their engineering knowledge to solve problems in real society. Based on the above, we made an attempt to analyze the processes of each Social Implementation Approach by reference to the frequency of student-user interaction. A classification of the processes according to the method type of "Agile" or "Waterfall" for estimation of the characteristics of each Social Implementation Approach is also described.

Keywords : Social Implementation, Robot Education, Producer-User Interaction, Agile Method

キーワード：社会実装，ロボット教育，ユーザとの協働，アジャイル開発

1. はじめに

ユーザとの協働による製品・サービスのイノベーション，ユーザ個々のこだわりを追求するカスタム設計など，これらユーザ視点での価値創造に潜在する大きな可能性が注目されている¹⁾．異種のもが融合し多様化するユーザのニーズに対する画期的な解を生むイノベーションの潮流に乗る新たな製品・サービスの開発手法は，今後のものづくりに組み込まれるべき有望な形態のひとつとして十分認識されるべきであろう．

これを念頭に置きながら，我々は，2011年度より，サービスロボットなど機器を介して社会のサービス向上に取り組むロボット教育プログラムを提案し²⁾，この仕組みの構築を目指した「社会実装プロジェクト」を遂行している．これに参加する工学系の学生には，サービスのニーズなどを分析した上で何を創り出すべきか自ら考え，ロボットハードウェア・ソフトウェアとこれらを用いたサービスとを一体として考案した上で実際にその開発に取り組み，これを具現化していくことが求められる．加えて，一通り完成した段階でユーザに試用してもらい実証評価を行うこと，さらにこれと並行して，継続的な改善および実証実験のデータ取得と解析を行うことが，取り組みの肝要な部分として位置付けられる．現在この社会実装プロジェクトは，

文部科学省の2012年度大学間連携共同教育推進事業のひとつに採択された「KOSEN発“イノベティブ・ジャパン”プロジェクト」の一環として実施され，2014年度においては，連携校7高専（東京，一関，小山，長野，沼津，和歌山，沖縄），協力校4高専（函館，舞鶴，阿南，熊本）の全国に広がる11高専で進める規模に至っている³⁾．

社会実装プロジェクトに参加する学生を刺激する仕掛けとしてコンテスト形式の要素も取り入れている．これは開発されたロボットを単に点数化して競うのではなく，社会実装の取り組みを通じて得られた成果や知見に加え，策定されたコンセプト，社会連携の程度，成果報告としてのプレゼンテーション内容などについて評価を受けるものである．開発対象は狭義のロボットに限定するものではなく，異種分野からの様々な観点で社会実装に向けたサービスのコンセプトが策定され，試作を経てその実装に取り組むことになる．これを支える本教育プログラムを広義の体験型ロボット教育と捉え，「社会実装ロボット教育」と名付けている．

ロボットを題材とした教育は従来から活発に行われており，近年では例えば文献⁴⁾などにおいて多くの成果や教育効果が報告されている．また対象となるユーザ層にデモンストレーションを行い，その評価を受けるエンジニアリングデザイン教育の例⁵⁾も見られる．これらに対し本教育プログラムは，社会やユーザと協働しながら，そのニーズに応える広義のロボットを作り上げていく過程を体験し，一連のプロセスの遂行に

2014年9月24日受付

※1 東京工業高等専門学校

※2 東京大学

必要となるスキルを身に付けることに主眼が置かれている特徴を備える。

社会実装ロボット教育の中では、前述した通り、コンセプトの策定～試作～社会実装といったプロセスを進めることが基本となるが、参加する全チームの多様なテーマからなる各取り組みについて、それぞれの状態遷移の流れを一括して把握するのは容易ではない。しかしながら、各取り組みの質をより高めていくため、さらにはプロジェクト全体のPDCAサイクルを回すためにも取り組みプロセスを評価する工夫が必要となる。

そこで本稿では、社会実装ロボット教育の核となるユーザあるいは社会との協働の度合いを数値化する手法を提案し、これに基づいて各チームの取り組みプロセスの分析を試みる。分析結果は、近年ソフトウェア開発で注目されているアジャイル型開発の流れと照らし合わせ、従来のウォーターフォール型開発の流れと明確に対比して分類することにより、社会実装の目的に合う今後の方向性を示唆する知見が得られている。

2. 社会実装ロボット教育プログラムの概要

社会実装ロボット教育は、大きく分けて四つのステップを経て社会実装に取り組む体験型教育である。

2.1 四つのステップとフィードバック

担当学生は、図1に示す4ステップを経ながらユーザの要求を十分に満たす解に辿り着くことが期待される。ステップ1は、調査から始まり、関連する先行例や現状課題の把握に加え、使用機器の確認、およびこの取り組み一連を通じて用いられる開発環境の準備とその操作習熟などを行う期間である。次のステップ2で、サービスの考案を行う。同ステップで、これを実現するロボット機器の開発を行い、機器単独のデバッグまでを行う。並行して、実証評価の方法や取り組むテーマについて検討を行う。開発されたロボット機器を用いたサービスについて、ステップ3で学生中心の実証評価を行う。実証評価の第一段階では、開発者である学生や学内関係者がロボットを使用する。この段

図1 社会実装教育の流れ

表1 取り組み指針（抜粋）

1. 目的
人の生活を支援する機器と使えて役立つサービスとの両方を学生が考案・開発、実証評価する。
2. 取り組み内容
  - ✓ 広義のロボット機器を用いたサービスを考案する（期間内に実現可能であること、実証評価の期間が十分に確保できること、有効なサービスが見込めること）。
  - ✓ 社会実装を試行し、学外の第三者（ユーザ）に一定の期間使ってもらい実証評価を行う。
  - ✓ 試行に基きサービス内容を向上させるフィードバックをかける。その過程を記録する。
  - ✓ 中間報告会（9月）・成果報告会（3月）において、一連の取り組みのプレゼンを行う。

階において基本的な問題点の抽出と改善を進めておくことが、学外のユーザに使用してもらう段階になった際により高度なフィードバックを得るために重要となる。これを経て、ステップ4で学外ユーザによる実証評価が行われる。一般ユーザを相手にする実証評価は、社会実装ロボット教育の最も重視する過程である。以上四つのステップに従い、担当学生はサービスの実現に取り組む。図1に示した通り、ステップ2～4は必要に応じて反復されることになる。なお社会実装の趣旨から、いわゆるロボットコンテストと異なり、厳密なルールは設けられていない。各チームは、表1に示された取り組み指針に従って、各ステップを進める。

2.2 社会実装コンテスト

最終段階において「社会実装コンテスト」が開催される。同コンテストでは、開発されたロボット機器のデモンストレーションやプレゼンテーションを各チームが行い、考案したサービスの内容や実証評価を通じて得られた成果を報告し、最終的な各取り組みの評価が行われる。その評価指標を表2に示す。また2013年度の社会実装コンテストにて発表されたテーマを表3に示す。

表2 評価のポイント（各5点満点）

- 【コンセプト】ユーザの課題の発見内容、見つけ方
- 【総合成果】実現したサービス内容
- 【要素成果】実現した要素（ハード・ソフト）
- 【社会連携】
  - ①実験方法
  - ②社会から受けたフィードバック
  - ③社会実装の体験内容
- 【プレゼン】ユーザなどの理解を得る工夫
聞き手に納得してもらえ、分かりやすさ

表3 2013年度取り組みテーマ（全30テーマ）

- 1) より快適なベビーカーを目指して～段差の乗り越えに関する考察～
- 2) 安全性を考えたマイクロ風力発電システムの開発
- 3) 近距離無線通信を介した自然エネルギー発電システムログの取得
- 4) 小山市図書館用案内ロボットの製作
- 5) 医療用利用を目的とした足部検査システムの開発
- 6) 栃木市図書館用案内ロボットの製作
- 7) 要介護者のベッド離床予測システムの開発
- 8) 掃除ロボットを応用したユーザと触れ合う動作を基本とした見守りシステム
- 9) 買い物用のコンパクトな小型電動式三輪車の開発
- 10) 高齢者の見守りシステムの開発と評価
- 11) 園児の運動量増加を促すコミュニケーションデバイスの開発と評価
- 12) ロボットおよびタブレット端末を用いた介護予防システム
- 13) 肢体不自由者のためのタブレット端末操作練習アプリケーション
- 14) 肢体不自由者のためのキネクトセンサを用いた腕トレーニングシステム
- 15) 点字読み取り訓練システムの開発
- 16) スマートフォンを利用した学習システムの開発
- 17) ハード・ソフト両面からの点滴支援システム
- 18) 人の特性を考慮した腕用リハビリ支援機器の開発
- 19) Kinectセンサを用いた松葉杖歩行の計測と身体の加速度推定法
- 20) ジョイスティック型コントローラ操作のための教育ツールの作製
- 21) 簡易聴野測定システムの開発
- 22) 特別支援学校教材の開発と改良（電動箱車の製作）
- 23) kinectとロボットを用いた認知症予防システムの開発
- 24) 一人暮らしの高齢者の戸締りシステムの開発
- 25) これからの日本住宅に適した車いすの提案
- 26) 難聴者のためのタブレットインターホン
- 27) 特別支援学校における協調性学習支援教材のアーミューズメント性の向上
- 28) 特別支援学校における多用途型マッチング教材“はんとくん”の開発
- 29) 重複障害を持つ生徒のコミュニケーション補助用具の開発
- 30) 特別支援学校のための新しい教材の開発～共同作業による学びに力点を置いて～

3. 取り組みプロセス

ここまで述べてきた四つのステップについて、次章で行われるプロセス分析に備え、三段階に改めて分類する。

3.1 三つの主要な段階

社会実装に向けた体験型教育を推進していく鍵は、効果的なフィードバックを受けることである。これを的確に捉えるため、以下に述べる三つの核となる典型的な段階に整理して分析に備える。これを図2に示す。

I. 概念形成段階

前章で述べたステップ1とステップ2の前半を併せたものであり、この段階は、社会参加型のデザインに通

図2 取り組みプロセスの三つの主要な段階

じる段階である。いわゆるボンチ絵を用いたコンセプトチュアルレベルのシステムが考案されることになる。

II. 研究室試作段階

ステップ2の後半とステップ3の前半を併せたものであり、社会実験の前準備として、この段階では、取り扱うサービスなどの模擬実験が行えるよう、社会実装に向けた予備実験システムを構築する。想定される大まかな流れとして、まず机上での試作を行い、さらにこれを踏まえて設計を行い、これを経て実寸大の試作システムが構築されることになる。

III. 社会実装段階

ステップ3の後半以降に該当し、いよいよ社会へ持ち込むための実験システムを仕上げ、実環境にてユーザに利用してもらいながら、さらに作り込んでいく段階である。その際、ユーザからの声を適切にフィードバックして実験システムの改良を繰り返しながら社会実験のデータを収集し、分析し、知見としてまとめることが要求される。この段階で、社会実装に耐え得る試作システムが作り上げられていくことになる。

本教育プログラムの大きな特徴のひとつは、このような段階を経て試作を進めていく体験型教育を、社会からの協力者を得て実施する点にある。例えば、福祉サービスロボットを開発の対象とする場合、それを試用してくれる施設の担当者および利用者に意見を求め、使いやすさなどを評価してもらい、逐次これを踏まえてロボットを改良することになる。この教育プロセスでは、教育機関と社会・ユーザとの協働により試作が進み、その過程において学内外の間で情報交換が盛んに行われる。この両者の間で実施された情報交換の内容をデータとして記録しておけば、これを教育効果の定量的評価に利用することができると考えられる。この

ように、教育機関と社会との間の接点を切り口として情報を収集し、これを踏まえ、定量評価をすることが後述するプロセス分析のひとつのポイントとなる。

3.2 各段階における状態遷移

社会実装に向けたⅠ、Ⅱ、Ⅲいずれの段階においても「創造」と「評価」に区別できる各状態が存在すると考えられる。この状態の遷移の様子を図3に示す。例えば、開発が進められている創造モードにおいて、機能・質が設定目標以上になれば、評価モードに移行する。同モードにおける評価を受け、その改善要求に従い、改めて創造モードに移って改良が進められることが想定されている。

本教育プログラムでは、ユーザとの協働が意識され、課題によっては答えのはっきりしない要求に対し、柔軟に対応できるよう相互のやりとりを重ね、必要な機能を十分に絞り込んで創造と評価を繰り返す要領で開発を進めることが、それぞれの取り組みを着実に前進させる上で有効となる。限られた時間の中で最大の価値を創造し、これを繰り返して、その価値を着実に高めていくことが、本教育プログラムにおいて、期待される重要なプロセスとなる。

これら状態遷移の判断基準となる機能・質については、実際の作る側、あるいは使う側それぞれの立場によってその価値が決まる特徴がある。すなわち作る側の学生・教員によって目標を満たしたと判断されていても、使う側から見れば一定の価値に至っていないと捉えられることは十分に起こり得る。このようなギャップを埋めるためには適切な頻度で設定目標を共通認識することが望ましい。

創造モードあるいは評価モードの切り替えについては、基本的には作る側が設定することになる。これについては、作る側の事情によってどちらかの状態のまま停滞することも考えられる。一方、場合によっては、使う側の意向が作用することも有り得る。例えば、使う側の状況によっては、創造モードから、なかなか評価モードに移行できないことも考えられる。これらを

Ⅰ)概念形成段階、Ⅱ)研究室試作段階、Ⅲ)社会実装段階
それぞれの各段階について、
“創造”および“評価”の状態がある。

図3 各段階における状態遷移図

考慮したスケジュール管理が必要となる。

設定目標についても考慮が必要となる。高い設定目標を掲げれば、創造モードから評価モードに遷移する難度が高まり、評価を得る状態に至れないことも考えられる。これを踏まえ、後述するように小刻みに設定目標を更新し、評価を受ける回数を確保する、すなわち創造モードから評価モードへの遷移回数を稼ぐことは、ユーザとの協働によって作り上げていく社会実装の観点に立てば、効果的な開発戦略のひとつである。

なお、複雑化を回避するため図3には記されていないが、創造モードあるいは評価モードの状況によっては、図2に示した各段階Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ間の遷移も生じることには注意されたい。

4. 取り組みプロセスの分析

3章で述べた段階Ⅰ、Ⅱ、Ⅲおよびその中の状態遷移に注目して、2013年度の社会実装プロジェクトの最終報告会に相当する社会実装コンテストに出場した30チーム(表3参照)の内、その取り組みの評価が比較的高かった11チームを抽出してその分析を行う。

4.1 社会実装プロセスの分析手法と分析結果

社会実装教育の取り組みプロセスの分析手法として、以下のように数値化して分析することを提案する。

先に述べた11チームの取り組みについて数値化することを試み、これを表4にまとめた。Ⅰ) 概念形成段

表4 社会実装取り組みプロセス分析(2013年度)

No.	Ⅰ) 遷移回数	Ⅱ) 遷移回数	Ⅲ) 遷移回数	開始時期	実装回数	実装期間	被験者数	平均・型
*01	3	2	2	7月/3月	3日/1日	3日/1日	20/5	2.3・A
*02	0	1	1	1月	2週×3回	2週	3	0.7・W
03	3	3	1	10月	11日	5ヵ月	1+2	2.3・A
04	1	1	0					0.7・W
*05	0	3	1	2月	1日	1日	5	1.3・A
06	1	1	0					0.7・W
*07	1	1	1	2月	1日	1日	1+1	1.0・W
08	5	3	2	11月	20日	4週	1+4	3.3・A
*09	2	4	4	6月	7日	8ヵ月	5+6	3.3・A
10	1	1	0					0.7・W
*11	1	3	3	10月/1月	4日/22日	4週/22日	23/4	2.3・A

階・Ⅱ) 研究室試作段階・Ⅲ) 社会実装段階における各段階について、社会実装に向けた取り組みとしての特徴を抽出するため、ここでは学外との協力によって実現できた「創造から評価に至る遷移の回数(遷移回数)」を分析の指標のひとつとする。また取り組みの極めて重要な位置付けとなる段階Ⅲについては、遷移回数に加えて、「社会実装の開始時期、実装の回数、実装期間、被験者数」も分析の指標とした。

なお、表4の先頭列はチームの仮番号であり、番号の左にアスタリスク“*”が付けられたものは前年度からの継続テーマ、付けられていないものは新規のテーマである。「開始時期～被験者数」の各行に見られるスラッシュ“/”は二種の社会実装が試みられた場合についてそれらを併記するために用いる。また「被験者数」の行に見られるプラス記号“+”は、(専門家、支援学校の先生などの数)+(支援学校の生徒など本来のユーザ数)といった使い方により、それらの実績を併記するために用いる。最終列の「平均・開発型」については後述する。

以上の要領で作成された表4について分析を行う。まずは各段階Ⅰ～Ⅲに見られる遷移回数に注目する。社会実装教育を始めた当初は、特に重要となる段階Ⅲにおいて外部と接点を持ち、その評価を受けながら、社会実装の取り組みが進められることを期待していたが、同表によれば、Ⅰ、Ⅱの段階においても創造から外部評価のモードに至る状態遷移が繰り返されているチームが多く見られる。これには、3.2節で述べた通り、適切な頻度で設定目標をユーザと共通に認識し、手堅く開発を進めようとする姿勢が表れていると考えられる。ユーザとの協働の中で、やりとりを繰り返して、その価値を着実に高めていく考えが浸透しつつあり、初期の段階においても外部からのフィードバックを引き出そうとするチームが現れてきている傾向は特徴的である。これは、本当に必要とされる機能を絞り込み、これに対応した技術的な設定目標を見出し、無計画に技術的ハードルが高くなるのを回避して、着実に試作機を完成させ、比較的早い時期から、社会実装段階に入って、そこでも遷移回数を積み重ねることにより、使える機器を作り上げていく有効な戦略と考えられる(チーム01, 03, 08, 09, 11など)。

4.2 アジャイル型とウォーターフォール型の分類

この取り組み戦略は、近年、ソフトウェア開発の分野で注目されているアジャイル開発⁶⁾に通じるものがある。この開発手法では、ユーザとの協働が意識され、その要求の変化に対応できるよう、比較的短い時間間隔で、相互のやりとりを重ね、必要な機能を十分に絞り込んで創造と評価を繰り返す要領で開発を進め、改良を継続していくことが志向されている⁷⁾。この概念は、3.2節で述べた本教育プログラムで有効になると期待される取り組み姿勢(限られた時間の中で最大の

価値を創造し、これを繰り返して、その価値を着実に高めていく)に正に合致するものであり、アジャイル開発の要素を社会実装の進め方の評価指標とすることにより、各取り組みの姿勢の特徴が抽出できると判断した。このような理由により、現時点では暫定的ではあるが、実際に評価指標を設定しその分析を試みる。

表4最終列では、まず、三つの段階Ⅰ～Ⅲにて見られる創造モードから評価モードへの遷移回数の総和を全段階数3で割った平均値を求め、その値が1を上回る場合(三つの各段階にて創造から評価への遷移が起こることが望ましいとの考えの下)、遷移回数の積み重ねの観点から、その過程を「アジャイル型」と分類して同表の最終列に“A”と表記した。一方、それ以外は、従来主流となってきた「ウォーターフォール型」、すなわち当初計画された厳密な仕様通りに、ソフトウェアを完成させることに注力する手法に該当すると分類し、同表の最終列に“W”と表記した。なお同手法は、十分に明確な開発すべき要求仕様が事前に分っている場合は有効であるが、答えのはっきりしない社会実装の課題の解決には適していないと考えられる。その“A”および“W”の分布を見てみると、A型と分類されたチーム数が6、W型と分類されたチーム数が5となっておりほぼ五分五分の割合となっている。加えて、A型のチームは、早い時期から社会実装段階Ⅲに入り、比較的多くの被験者が確保できている傾向が見られる。社会実装ロボット教育の性質上、実行される各取り組みは、外部ユーザと協働する機会が十分に確保できていることが望ましい。これを考えれば、アジャイル型の開発手法は、社会実装の取り組み戦略として、積極的に取り入れるべき理に適った手法であると言える。

4.3 実際の取り組みプロセス

これまで述べてきたプロセス分析を踏まえながら、具体的な取り組み例を次に述べる。全体の平均値は低いですが、アジャイル開発を後半に取り入れた結果、要所での遷移回数を確保できた例として、チーム05に注目する。その取り組みの概要を図4に示す。同チームは、掃除ロボットを応用した見守りシステムの開発⁸⁾に取り組んだ。同システムは、iRobot社の掃除ロボットと見守り対象者が単純な三つのボタンからなるインタフェースを介してやりとりを行い、この実績を記録して見守るシステムであり、対象者の位置の検出にはロボット外部に用意されたマイクロソフト社のKinectセンサ(図4に示す人検出用センサ)が用いられている。

同チームは、年度当初からソフトウェア開発の習熟と並行して、概念形成段階Ⅰに相当するアイデア出しとコンセプトを固める期間を経て、9月に実施された中間報告会では、これらの内容を報告している。それ以降約3ヵ月間の中で、研究室試作段階Ⅱに相当するインタフェースの試作とロボットへの実装およびソフ

掃除ロボットを応用したユーザと触れ合う動作を基本とした見守りシステム

図4 2013年度社会実装の取り組み例

トウェア開発を行う期間があり、この期間において初めて、3回に渡る、学外協力者による評価が行われ、これを踏まえた機能の絞り込みと改良が繰り返されている。この際は学園祭などのイベントを巧く活用し、延べ89名の被験者が確保できている。残りの約2ヵ月間で最終的なシステムを仕上げ、社会実装段階Ⅲに相当する実証評価を行っている。この際は近隣の老人クラブに協力を得て、被験者5名に対して、学内に用意された模擬的な環境の中で実装実験が行われた。これらの成果を併せて、3月に実施された社会実装コンテストにて報告している。

このチーム05の取り組みは、早期の段階Ⅰにおいては、創造モードから評価モードへの遷移過程を経ることができないまま段階Ⅱに入り、同段階において、ユーザ評価の必要性に迫られ、最終的に遷移回数を確保できている例である。結果的に、社会実装段階Ⅲに入る時期が遅れてしまっているが、中間報告会などで、ユーザと積極的に協働している他チームの例を知り、これに刺激を受け、取り組み途中からアジャイル型に移行し、社会実装の実証評価まで辿り着けている。

5. おわりに

社会実装に向け、学生自身が解決すべき問題を見つけ出して、これに対応するロボット機器と使えて役立つサービスの両方を考案・開発することを基本とした社会実装ロボット教育の取り組みプロセス分析について述べた。この大きな特徴となるユーザとの協働で進める社会実装の取り組みプロセスに注目し、その分析手法を提案し、実際に分析を試みた。分析の際に着目した創造から評価に至る遷移回数に基づきアジャイル型、ウォーターフォール型に大きく分類し、それぞれの傾向から社会実装の進め方に関する特性が評価できることが確認された。今後は、さらに細かい開発プロセスの内容を記録し、取り組み内容を分析することにより、ロボット機器を駆使して、イノベーションを起

こせるスキルに長けた学生を育てるべく社会実装教育の体系化を図る計画である。

謝 辞

本研究は、文部科学省大学間連携共同教育推進事業「KOSEN 発 “イノベティブ・ジャパン” プロジェクト」の支援を受けたものである。ここに謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) Eric von Hippel: Democratizing Innovation, MIT Press, 2005
- 2) 多羅尾進, 浅野敬一, 青木宏之, 北越大輔, 佐藤知正: サービスメカトロニクス・社会実装インターンの試行, 日本ロボット学会第29回学術講演会予稿集DVD-ROM, AC1C3-4, 2011
- 3) 多羅尾進, 浅野敬一, 北越大輔, 林丈晴, 佐藤知正: ロボット機器を社会に実装できるエンジニア育成を目指す社会実装プロジェクトにおけるプロセス分析の試み, 日本ロボット学会第32回学術講演会予稿集DVD-ROM, AC3G1-05, 2014
- 4) ロボット教育論文特集, 日本ロボット学会誌, 31-2, pp. 117-211, 2013
- 5) 小林 仁, 内田龍男, 丹野 顯, 石山純一, 伊藤昌彦: 協働創出型エンジニアリングデザイン教育, 工学教育, 61-1, pp. 88-93, 2013
- 6) 倉貫義人: 「納品」をなくせばうまくいくソフトウェア業界の“常識”を変えるビジネスモデル, 日本実業出版社, 2014
- 7) アジャイル宣言の背後にある原則, Webページ, <http://agilemanifesto.org/iso/ja/principles.html>, 2001, 参照日: 2014-9-19
- 8) 佐々木智也, 林 丈晴, 多羅尾進: 家庭用掃除ロボットを応用した単純な触れ合う動作を基本とする見守りシステム, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'14講演論文集, 1A1-N02, 2014

.....

著 者 紹 介

多羅尾 進

1993年東北大学大学院工学研究科精密工学専攻博士前期課程修了。民間企業を経て、2000年東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程修了。博士(工学)。2010年国立高等専門学校機構在外研究員(カナダ国ウォータールー大学)。現在、東京工業高等専門学校教授。日本機械学会、日本ロボット学会、計測自動制御学会、日本時計学会に所属